



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 44 43 158 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 01 D 46/00**  
B 01 D 35/00  
D 04 H 1/42  
D 04 H 1/56

⑲ Aktenzeichen: P 44 43 158.9  
⑳ Anmeldetag: 5. 12. 94  
㉔ Offenlegungstag: 13. 6. 96

DE 44 43 158 A 1

⑦1 Anmelder:  
Steinbeis Gessner GmbH, 83098 Brannenburg, DE

⑦2 Erfinder:  
Stinzendörfer, Joachim, 83026 Rosenheim, DE;  
Strauß, Andreas, 83059 Kolbermoor, DE

⑤4 Abreinigbares Filtermedium

⑤7 Das beschriebene abreinigbare Filtermedium besteht aus Meltblown, das ggf. durch ein Trägermaterial stabilisiert ist. Dadurch, daß das Meltblown mit dem Rohgasstrom angeströmt wird, kommt es in einem hohen Maße zu Oberflächenfiltration, was eine gute Abreinigbarkeit zur Folge hat. So bleibt der Druckverlust einer Filteranlage über die Vielzahl der Abreinigungszyklen niedriger als mit bisherigen Fasermaterialien, die ggf. auch beschichtet sind. Besonders vorteilhafte Ausführungen sind Meltblownmaterialien, die eine Elektrizitätsladung aufweisen, kalandriert und/oder imprägniert sind.

DE 44 43 158 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 04. 96 602 024/6(1)

7/27

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft abreinigbare Filtermedien für die Gasfiltration.

Im Bereich der Gasfiltration werden heute überwiegend faserige Medien eingesetzt, die je nach Faserdurchmesser und Packungsdichte unterschiedliche Abscheidegrade erzielen. Besonders gute Abscheidegrade, vor allem im Bereich der "Most penetrating particle size" (MPPS), d. h. im Partikeldurchmesserbereich zwischen 0,1 und 1 µm, werden mit feinsten Fasern erreicht, die nach dem Meltblown-Verfahren hergestellt werden. Die gute Abscheidung liegt am kleinen Faserdurchmesser, der 2 µm oder noch weniger betragen kann, und vor allem an der Tatsache, daß diese Materialien mit einer Elektretladung, also einer dauerhaften elektrostatischen Ladung der Faseroberfläche ausgestattet werden können, wodurch kleinere Partikel zurückgehalten werden können, als die mechanischen Poren erlauben. Diese Filter sind als Speicherfilter ausgelegt, d. h., sie werden mit nur relativ geringen Staubkonzentrationen im Gas (meist Luft) bestaubt und bieten eine je nach Produkt unterschiedliche Staubspeicherkapazität in der Filtermatrix. Dabei steigt der Druckverlust permanent an, bis der Enddruckverlust erreicht ist und das Filterelement ersetzt werden muß. Eine Regeneration erfolgt nicht. Beispiele sind Motor-Luftfilter und Innenraumfilter von Kraftfahrzeugen, Filter für Staubsauger, Klimaanlage etc.

Im industriellen Bereich sind die anfallenden Staubkonzentrationen wesentlich höher, so daß sich dort abreinigbare Systeme durchgesetzt haben: Sobald durch die Bestäubung die maximale Druckdifferenz erreicht ist, wird mittels Klopfen, Rütteln, Spülluft, Druckluftimpuls etc. von der Reingasseite her abgereinigt. Die Abreinigung kann dabei auch zeit- oder durchfluß-/volumengesteuert sein und nicht differenzdruckgesteuert. Damit eine optimale Abreinigung möglich ist, darf möglichst keine Tiefenfiltration erfolgen, sondern die Filtermedien müssen so beschaffen sein, daß es zur Oberflächenfiltration bzw. zu einem möglichst raschen Filterkuchenaufbau auf der Filteroberfläche kommt.

Die Filtermedien sind je nach Konfektionierungsform des Filterelementes (Patrone, Cassette, Tasche, Schlauch) sehr unterschiedlich: Papiere aus Zellulose-, Kunst- und Glasfasern oder Gemische hiervon, Spinnvliese, Nadelfilze etc. Je nach geforderter Filtrationsleistung sind insbesondere Spinnvliese und Nadelfilze mit verschiedenen Arten von mikroporösen Materialien beschichtet. Das Spektrum reicht dabei von Acrylschäumen bis hin zur PTFE-Membran. Dabei zeigt sich, daß die verschiedenen Arten von Schäumen und Mikrofaserschichtungen, die bei Polyester minimal 0,5 dtex erreichen, für die Praxis immer noch nicht fein genug sind und damit Feinstaub in die Tiefe eindringt und das Filtermedium mit der Zeit verstopft. Trotz der Abreinigung steigt der Anfangsdifferenzdruck sehr weit an, so daß beim Betrieb der Filteranlage der Arbeitsbereich zwischen Anfangsdifferenzdruck (nach der jeweiligen Abreinigung) und dem maximalen Differenzdruck immer kleiner wird. Membranbeschichtete Materialien bieten zwar ein hohes Maß an Oberflächenfiltration und damit verbunden gute Abreinigbarkeit, sind aber mechanisch sehr empfindlich und zudem sehr teuer und damit unwirtschaftlich. Die hohe Filtrationsleistung im Sinne des Abscheidegrades wird oft nicht genutzt. Die Porengröße einer Membran liegt etwa um den Faktor zehn kleiner als bei den feinsten

Schaumbeschichtungen. Durch die feineren Poren aber erhöht sich der Widerstand des Filtermediums erheblich, was geringe Durchsätze bzw. höhere Energiekosten zur Folge hat.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Filtermedium für unterschiedliche Konfektionierungsformen zur Verfügung zu stellen, das in der Abscheidequalität zwischen den feinsten (Schaum-) Beschichtungen einerseits und den Membranen andererseits liegt, einen hohen Anteil an Oberflächenfiltration und gute Abreinigbarkeit bietet, sowie einen geringeren Filterwiderstand hat als Membranfiltermedien. Gute Abreinigbarkeit bedeutet, daß der Anfangsdifferenzdruck nach jeder Abreinigung über die Vielzahl der Abreinigungsvorgänge möglichst wenig steigt.

Die Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch die im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen gegeben.

Demgemäß besteht der Gedanke der Erfindung darin, aus nach dem Meltblownprozeß hergestellte Feinstfaservliese, die eine Oberflächenfiltration zulassen, ggf. in Kombination bzw. im Verbund mit einem Trägermaterial abreinigbare Filtermedien zu erzeugen. Dabei wird der Meltblownprozeß in an sich bereits bekannter Form eingesetzt, z. B. wie in Wente, Van A., "Superfine Thermoplastic Fibers", Industrial Engineering Chemistry, Vol. 48, S. 1342—1346 veröffentlicht.

Überraschenderweise wurde weiterhin herausgefunden, daß sich gerade Elektret-geladene Meltblownvliese, von denen man, wie in der DE-OS 43 11 297 beschrieben, wegen der elektrostatischen Ladung eine schlechte Abreinigbarkeit erwarten würde, ohne Entladung gut abreinigen lassen. Die Elektretladung wird z. B. im einem Ladeverfahren eingebracht, das im U.S. Patent 4,904,174 (Moosmayer et al.) beschrieben ist, zusätzlich oder alternativ kann die Ladung auch an der Meltblown-Bahn nachträglich eingebracht werden (Nachladeverfahren, wie z. B. im U.S. Patent 3,998,916 (van Turnhout) beschrieben).

Der Differenzdruck in einer Filteranlage, die mit Filterelementen aus dem erfindungsgemäßen Filtermedium ausgestattet ist, steigt auch über viele Abreinigungszyklen nur wenig an und zusätzlich ist die Abscheideleistung wegen der Ladung besonders im Bereich feiner Partikel sehr hoch.

Je nach Konfektionierungsform werden unterschiedliche Trägermaterialien verwendet, um dem Verbund aus Meltblown und Trägermaterial die entsprechenden mechanischen Eigenschaften zu verleihen: Plissierbare Träger für Patronen und Cassetten, also in der Regel Spinnvliese, Papiere aus Zellulose mit ggf. Kunstfasersatz, naßgelegte Kunstfaservliese etc. Um eine entsprechende Steifigkeit zu erzielen, können die Trägermaterialien mit Bindemittel gebunden sein, meist durch Imprägnierung. Für Schläuche und Taschen muß das Filtermedium möglichst flexibel sein, deshalb muß auch das Trägermaterial eine hohe Flexibilität bei hoher Zug- und Berstfestigkeit aufweisen. Hierfür eignet sich besonders Nadelfilz, unter Umständen auch Spinnvlies.

Die Anströmseite dieser Verbunde ist immer die Meltblownseite. Das Trägermaterial spielt in der Funktion der Filtration eine untergeordnete Rolle, beeinflusst aber ganz wesentlich die mechanischen Eigenschaften des Filtermediums wie z. B. Reißfestigkeit und Reißdehnung, Berstdruck, Steifigkeit bzw. Flexibilität etc. Auch auf die Verarbeitbarkeit hat es einen Einfluß wie z. B.

Plissierbarkeit, schweißbarkeit, Klebbarkeit, Nähbarkeit etc.

Für eine bessere Abrieb- und Scheuerfestigkeit kann das Meltblown durch Bindemittel verfestigt werden. Dieses kann z. B. als Pulver, das thermisch aktiviert wird, eingebracht werden, oder einer Lösung oder Dispersion/Emulsion des Bindemittels in einem organischen Lösungsmittel oder Wasser, die durch Sprühen, Spritzen etc., vorzugsweise aber durch Imprägnieren appliziert wird.

Papiere, die als abreinigbare Filter verwendet werden, sind in der Regel imprägniert. Zur Verlagerung der Filtration an die oberflächennahen Schichten für verbesserte Abreinigbarkeit kann das Rohpapier mit Meltblown belegt und der Verbund aus Papier und Meltblown imprägniert werden. Ebenso ist eine Meltblownbelegung von imprägniertem Papier denkbar, wobei anschließend der Verbund imprägniert wird oder das Bindemittel von der Meltblownseite angetragen wird. Besonders vorteilhafte Ausführungen von Papier mit Meltblown entstehen, wenn das Meltblown eine Flächenmasse von 2–30 g/m<sup>2</sup> aufweist, vorzugsweise im Bereich von 5–15 g/m<sup>2</sup>.

Für den Einsatz in der "schweren" Industrie-Entstaubung ist die Imprägnierung von Meltblowns mit einer Flächenmasse von 30–100 g/m<sup>2</sup> besonders vorteilhaft. Durch das Bindemittel wird das Meltblownvlies sehr gut scheuerfest und strapazierfähig. Durch Imprägnierung geht der Elektroreichtum ggf. teilweise verloren, kann aber durch das oben zitierte Nachladeverfahren wieder eingebracht werden.

Unabhängig von der elektrostatischen Ladung bieten die Meltblownmaterialien durch den sehr feinen Faserdurchmesser von ca. 2 µm und darunter eine sehr hohe Feinstaubabscheidung, da eine enorm große Faser Oberfläche zur Verfügung steht. Resultat davon ist, dass die Staubabscheidung in die oberflächennahen Schichten verlegt wird, also weniger Tieferfiltration zugunsten höherer Oberflächenfiltration entsteht. Dadurch wird schnell ein Staubkuchen aufgebaut, der sehr gut abgereinigt werden kann. Auch bei abrasiven Vorgängen, also Schleifprozessen durch scharfkantige Staubpartikel, wird ein hohe Standzeit erreicht, da durch die Dicke der Meltblownschicht auch dann ein gutes Filtrationsergebnis gewährleistet ist, wenn die Dicke durch Abrasion verringert wurde. Hier ist ein entscheidender Nachteil von membranbeschichteten Filtermedien, die bereits einen starken Staubdurchtritt aufweisen, wenn die Oberfläche auch nur geringfügig beschädigt ist.

Durch Zusätze zur Imprägnierflotte sind auch weitere Eigenschaften des Filtermediums veränderbar: Antiadhäsive Ausrüstung, hydrophobe, hydrophobolephobe Ausrüstung, Antistatikwirkung, Flammenschutz, Hydrolyseschutz etc.

Durch Kalandrierung können die ohnehin schon feinen Poren des Meltblownvlieses noch weiter verengt werden. Daraus resultiert eine noch stärker ausgeprägte Oberflächenfiltration verbunden mit guter Abreinigbarkeit auch bei feinen oder "schwierigen" Stäuben. Die Flächenmasse des Meltblowns wird dabei in der Regel unter 70 g/m<sup>2</sup>, vorzugsweise im Bereich 15–40 g/m<sup>2</sup> liegen. Durch das Kalandrieren wird die Oberfläche geglättet, was die Abreinigung weiter verbessert. Bei Kalandrierung unter erhöhter Temperatur (60–160°C, je nach Polymer knapp unter der jeweiligen Erweichungstemperatur, idealerweise im Bereich der sog. Dauergebrauchstemperatur +/- 20°C) erfolgt eine thermische Verfestigung des Faservlieses und damit verbesserte

Abriebfestigkeit. Auch eine Kombination von Imprägnierung und Kalandrierung ist möglich, um mit der Imprägnierung eine optimale Faserbindung zu erreichen und mit der Kalandrierung die minimale Porengröße zu erreichen.

Der Vorteil von kalandrierten Feinstfaservliesen aus Meltblown gegenüber kalandrierten Spinnvliesen oder Nadelfilzen besteht unabhängig von einer ggf. aufgetragenen Elektretladung darin, daß durch den kleinen Faserdurchmesser sehr viel kleinere Porendurchmesser bei vergleichbarer Luftdurchlässigkeit erzielt werden können, da die Anzahl der Luftdurchtrittsöffnungen sehr viel höher ist.

Bei der thermischen Kalandrierung kann die Elektretladung ggf. ganz oder teilweise verloren gehen. Durch das oben zitierte Nachladeverfahren kann sie aber wieder eingebracht werden und so mit minimaler Porengröße und Elektretladung ein Maximum an Abscheidungsqualität erzielt werden.

Das Kalandrieren des Meltblowns ohne Träger hat den Vorteil, daß der Träger nicht durch das Kalandrieren verdichtet wird. Stark verdichtete Trägermaterialien wie z. B. bestimmte Spinnvliesarten oder andere Materialien, die unter den Kalandrierbedingungen keinen zu hohen Verlust an Luftdurchlässigkeit erleiden, können auch zusammen mit dem Meltblown als Verbund kalandriert werden.

Zusätzlich kann die Anströmseite des Meltblowns mit einer Schutzschicht, z. B. einem dünnem Netz oder Spinnvlies gegen mechanische Einflüsse geschützt werden. Diese Möglichkeit des Oberflächenschutzes der angeströmten Meltblownseite kann unabhängig von der sonstigen Vorbehandlung des Meltblowns erfolgen, also z. B. für Elektretmaterialien, ungeladene, imprägnierte und/oder kalandrierte Meltblownmaterialien etc. Auch kann die Schutzschicht vor, während oder nach dieser Vorbehandlung aufgebracht sein.

Je nach Anwendungsfall sind unterschiedlichste Polymere für das Meltblown denkbar, z. B. Polypropylen, Polyethylen, Polyester (insbesondere PET und PET), Polycarbonat und hochtemperaturbeständige Kunststoffe wie Polyphenylensulfid, Polyimid, Polyether(ether)keton etc.

Das Trägermaterial kann von der Stoffzusammensetzung unabhängig vom Meltblown gewählt werden. Werden spezielle chemische oder thermische Beständigkeiten gefordert, ist es von Vorteil, wenn die jeweilige Beständigkeit des Trägermaterials nicht schlechter ist als die des Meltblowns. Wählt man für das Trägermaterial die gleiche Kunststoffsorte wie für das Meltblown, sind die Beständigkeiten von Trägermaterial und Meltblown annähernd gleich.

Als Verbundtechnik können verschiedenste bekannte Verfahren genutzt werden, z. B. Schweißen unter Temperatur oder mit Ultraschall, Hochfrequenz etc., Kleben mit Sprühkleber, die physikalisch trocknen und ggf. chemisch reaktiv sind. Pulver, die thermisch aktiviert werden und ggf. chemisch reaktiv sind, oder Auftrag von Hotmelt, der ggf. chemisch reaktiv ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen näher erläutert:

Es zeigen die

Fig. 1 Erfindungsgemäßes Filtermedium nach Beispiel 1 im Querschnitt,

Fig. 2 Erfindungsgemäßes Filtermedium nach Beispiel 2 im Querschnitt,

Fig. 3 Erfindungsgemäßes Filtermedium nach Bei-

spiel 3 im Querschnitt,

Fig. 4 Erlindungsgemäßes Filtermedium nach Beispiel 4 im Querschnitt und

Fig. 5 Erlindungsgemäßes Filtermedium nach Beispiel 5 im Querschnitt.

Im Beispiel 1 besteht das abreinigbare Filtermedium (1) aus einem Sprühklebverbund aus Polypropylen-Meltblown (2) und einem Spinnvlies (3), das für höhere Steifigkeit und gute Plissierbarkeit imprägniert ist. Das Meltblown mit 40 g/m<sup>2</sup> Flächenmasse weist eine dauerhafte Elektrizitätsladung auf, so daß der Durchlaßgrad für Feinstaub im MPPS-Bereich im Vergleich zu verschiedenen Papier- und Spinnvliesarten um den Faktor 1/10 bis 1/100 oder noch weniger ist. Die Luftdurchlässigkeit ist aber mit 300 l/m<sup>2</sup>s (bei 20 mm WS) sehr hoch. Auch über eine Vielzahl von Abreinigungszyklen bleibt der Druckverlust deutlich, d. h. mindestens 30% unter dem von Spinnvliesarten.

Im Beispiel 2 ist der Aufbau ähnlich: Ein elektretgeladenes Meltblown (4) aus Polypropylen mit 30 g/m<sup>2</sup> Flächenmasse ist mit einem steifen, plissierbaren Spinnvlies (5) aus Polypropylen verbunden. Zum Schutz der angeströmten Meltblownseite ist diese mit einem 17 g/m<sup>2</sup> Spinnvlies (6) aus Polypropylen abgedeckt. Der Verbund erfolgt durch Ultraschallschweißung, so daß alle drei Lagen miteinander verbunden werden. Durch das Abdeckvlies ist die Meltblownschicht vor abrasivem Staub und Ausfasern geschützt.

Im Beispiel 3 ist ein Meltblown (7) mit 10 g/m<sup>2</sup> aus PBT ohne Elektrizitätsladung auf Papier (8) abgelegt. Das Papier und das Meltblown ist imprägniert, wobei es keine Rolle spielt, ob beide zusammen oder getrennt imprägniert sind. Der Verbund ist mit Sprühkleber hergestellt. Durch die Meltblownschicht steigt der Abscheidegrad und vor allem die Abreinigbarkeit: Das Meltblownbeschichtete Papier stabilisiert sich bei der Abreinigung bei einem etwa zwei Drittel so hohen Differenzdruck im Vergleich zum identischen Papier ohne Meltblownschicht. Durch das Imprägnieren ist die Meltblownschicht scheuerfest und dauerhaft, so daß aus diesem Filtermedium gefertigte Patronen eine hohe Standzeit erreichen.

Im Beispiel 4 ist ein Meltblown (9) aus PBT (Polybutylenterephthalat) mit 25 g/m<sup>2</sup> unter einer Temperatureinwirkung von 140°C kalandriert worden und anschließend mit dem Trägermaterial (10) verbunden worden. Der Träger besteht aus einem naßgelegten Polyestervlies, das zusätzlich imprägniert wurde. Durch die Verringerung der Porendurchmesser stabilisiert sich der Differenzdruck auf einem noch niedrigeren Niveau als im Beispiel 3, obwohl die Luftdurchlässigkeit im Neuzustand geringer ist.

Das abreinigbare Filtermedium in Beispiel 5 ist für den Einsatz als Filterschlauch oder -tasche unter extremen Bedingungen wie hoher Rohgasstaubgehalt oder hohe Abrasivität des Staubes vorgesehen. Deshalb besteht die Filtrationsschicht aus 80 g/m<sup>2</sup> PBT-Meltblown (11), das imprägniert ist für höchste Scheuerfestigkeit. Das Trägermaterial muß möglichst flexibel sein bei hoher Zugfestigkeit, geringer Dehnung und hohem Berstdruck. Dafür wird ein Nadelfilz (12) aus Polyester verwendet, der ein Stützgewebe (13) aufweist. Im Gegensatz zu den sonst in der Entstaubung üblichen hohen Flächengewichte von etwa 550 g/m<sup>2</sup> findet hier eine Qualität von nur 400 g/m<sup>2</sup> Verwendung, da die Filtrationsleistung fast ausschließlich durch das Meltblown bestimmt wird. Durch die um etwa den Faktor 3 kleineren Poren als bei Schaumbeschichtungen ist hier die

Oberflächenfiltration stärker ausgeprägt, was sich im Dauergebrauch nach einer Vielzahl von Abreinigungszyklen im deutlich geringeren Druckverlust zeigt.

#### Patentansprüche

1. Selbsttragendes oder durch einen Verbund mit einem Trägermaterial (3, 5, 8, 10, 12) stabilisiertes abreinigbares Filtermedium für die Filtration von Gasen, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Filtrationsschicht (2, 4, 7, 9, 11) aus einem Faservlies besteht, das nach dem Meltblown-Verfahren hergestellt ist.
2. Filtermedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meltblownschicht (2, 4) Elektretcharakter aufweist.
3. Filtermedium nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Meltblownschicht (7, 11) allein oder zusammen im Verbund mit dem Trägermaterial (8, 12) durch Bindemittel verfestigt ist.
4. Filtermedium nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Applikation des Bindemittels in die Meltblownschicht (7, 11) durch Imprägnieren erfolgt.
5. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Meltblownschicht (9) allein oder im Verbund mit dem Trägermaterial (10) durch Kalandrieren verdichtet ist.
6. Filtermedium nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Kalandrieren der Meltblownschicht (9) mit einer Walzentemperatur von über 60°C, vorzugsweise über 80°C erfolgt.
7. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—6, dadurch gekennzeichnet, daß das Kalandrieren der Meltblownschicht (9) im Bereich der Dauergebrauchstemperatur des jeweiligen Polymers kalandriert wird mit einer Abweichung um 20°C nach oben und unten.
8. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meltblownschicht (2, 4, 7, 9, 11) vor, während oder nach der Herstellung des Verbundes, des Kalandrierens oder des Imprägnierens durch eine darübergelegte Schutzschicht, insbesondere ein Spinnvlies (6) oder ein Netz oder Gitter, geschützt ist, die vorzugsweise ein Flächengewicht zwischen 10 und 50 g/m<sup>2</sup> aufweist.
9. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer des Meltblowns (2, 4, 7, 9, 11) Polypropylen ist.
10. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—8, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer des Meltblowns (2, 4, 7, 9, 11) Polycarbonat oder Polyester, vorzugsweise Polybutylenterephthalat ist.
11. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial (3, 5, 8, 10) steif und plissierbar, vorzugsweise ein Papier (8), Spinnvlies (3, 5) oder naßgelegtes Kunstfaservlies (10) ist, das gegebenenfalls imprägniert ist.
12. Filtermedium nach einem der Ansprüche 1—10, dadurch gekennzeichnet, daß das Trägermaterial flexibel, insbesondere ein Nadelfilz (12) ist, der vorzugsweise ein Stützgewebe (13) aufweist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

Fig. 1

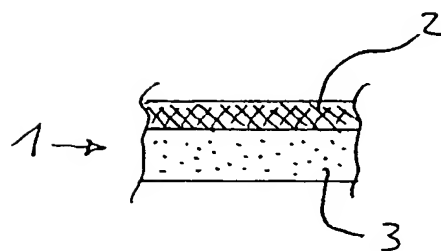


Fig. 2

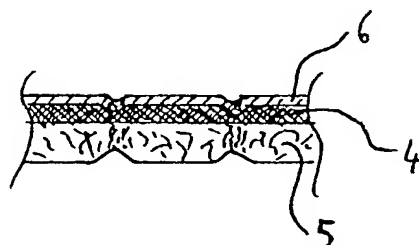


Fig. 3

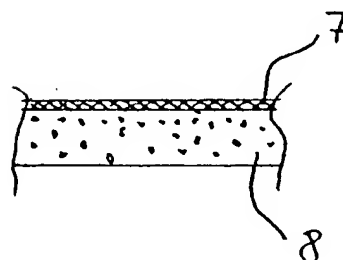


Fig. 4

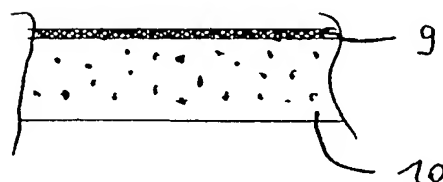


Fig. 5

